



III-072 – OTIMIZAÇÃO NA COLETA DOMICILIAR DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS PELA IMPLANTAÇÃO DE UMA SEGUNDA ESTAÇÃO DE TRANSBORDO EM PORTO ALEGRE - RS

Eliana Bridi⁽¹⁾

Engenheira Civil, mestre em Engenharia Civil pela UFRGS, funcionária pública municipal da SMOV - Secretaria de Obras e Viação de Porto Alegre.

Tiago Luis Gomes⁽²⁾

Engenheiro Civil pela UFSM, Mestre em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental pela UFSM, Doutorando em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental pelo IPH-UFRGS.

Gino Gehling⁽³⁾

Mestre em Engenharia Civil UFRGS, Doutor em Engenharia Ambiental pela UPC (Universitat Politècnica de Catalunya), Barcelona-Espanha.

Endereço⁽¹⁾: Rua Joaquim Nabuco nº 454 – Cidade Baixa - Porto Alegre-RS, Brasil. CEP 90050-340. Telefone: 55(51)99555540. elibridi@terra.com.br

RESUMO

O município de Porto Alegre possui uma única estação de transbordo localizada no bairro Lomba do Pinheiro (Zona Leste) que recebe todo o resíduo sólido urbano (RSU) coletado, e tem como destino final o aterro sanitário localizado em Minas do Leão/RS. Uma parte deste material é triado, com separação de materiais recicláveis que são vendidos às indústrias de reciclagem através de unidades de triagem conveniadas à prefeitura local e material orgânico, que através do processo de compostagem é transformado em composto e comercializado.

Foi feito um levantamento de dados relativos aos RSU como: volumes de coleta, quilometragem percorrida pelos caminhões de coleta, custo de equipamentos e áreas disponíveis no município. Após a análise destes dados, constatou-se a possibilidade de otimizar o serviço de coleta e de disposição final. Esta otimização pretende reduzir tanto os impactos ambientais gerados por estas atividades, bem como os custos decorrentes.

A criação de uma segunda hipotética estação de transbordo, proposta para a área do já enclausurado aterro da Zona Norte, foi a opção que melhor atendeu aos objetivos de redução de impactos e custos. A nova estação de transbordo apresentaria vantagens relacionadas à adoção de novas tecnologias, à economia e à preservação ambiental.

A área escolhida para o novo transbordo levou em conta aspectos como: centralidade, área útil disponível e provável facilidade no licenciamento ambiental. Para a estação de transbordo atual, na Lomba do Pinheiro, sugere-se um aumento na triagem de resíduos e o conseqüente aumento na produção do composto. Estas providências reduzem significativamente a massa de resíduos que diariamente é destinada ao aterro em Minas do Leão.

PALAVRAS-CHAVE: Compactação; Estação de Transbordo; Gestão Ambiental; Resíduos Sólidos Urbanos; Destinação Final.

INTRODUÇÃO

O trabalho consistiu em avaliar benefícios e custos relativos ao sistema de coleta domiciliar e destinação final de resíduos sólidos no município de Porto Alegre, Brasil, na hipótese da abertura de uma nova estação de transbordo de resíduos sólidos. A estação de transbordo de resíduos existente, localizada na zona Leste do município, denominada de estação de transbordo “B” será mantida, dando-se continuidade às atividades de triagem e compostagem praticadas atualmente. A nova estação, denominada de estação de transbordo “A” localizada na zona Norte do município. Sua instalação é proposta sobre um aterro sanitário desativado, facilitando um novo licenciamento ambiental. A nova unidade será uma estação de transbordo de resíduos do tipo padrão, porém dotada de linhas de triagem, para que os resíduos direcionados ao aterro sanitário sejam essencialmente orgânicos; recicláveis serão triados e direcionados às cooperativas de catadores.

As estações de transbordo “A” e “B” ficaram posicionadas muito próximas ao “centro de massa” da respectiva área de contribuição de resíduos, o que diminuirá o percurso dos caminhões de coleta entre os setores de



coleta e o transbordo. Comparando a quilometragem percorrida pela frota coletora no atual sistema, com apenas um transbordo, com o sistema proposto (dois transbordos), ocorre uma redução de 29,07% no segundo caso.

Os percentuais relativos aos resíduos destinados à triagem e compostagem serão ampliados, gerando desta forma, um volume menor de resíduos destinado ao aterramento, o que acarretará conseqüentemente, uma redução na tonelage de resíduos a ser transportada ao aterro sanitário, gerando outra parcela de economia no sistema além de benefícios ao meio ambiente.

O desenvolvimento desse trabalho contou com o apoio e a participação do Departamento Municipal de Limpeza Urbana do Município de Porto Alegre (DMLU).

ESTUDO DE CASO

Porto Alegre, capital do estado do Rio Grande do Sul, está localizada junto ao lago Guaíba, no extremo sul do Brasil. Possui uma área de 496,83 km² e uma população de 1.440.939 habitantes. Em julho/2007 totalizou 21.504,21 toneladas de resíduos coletados, com uma média de 827,085 t/dia, obtendo-se como geração *per capita* o valor de 0,57 kg/hab.dia.

Para propor um novo sistema de coleta e destinação final aos resíduos sólidos urbanos domésticos (RSUD), primeiramente foi feita uma análise da composição gravimétrica dos mesmos. A partir deste estudo, feito por Reis (2005), foram obtidos os seguintes valores:

- O percentual que não é aproveitado na esteira, o rejeito - corresponde a 33,19% - que é destinado ao aterramento;
- O percentual de recicláveis corresponde a 9,53%;
- O percentual médio de matéria orgânica é de 52,10%;
- As perdas (H₂O, CO₂, NO e outros) no processo de decomposição na compostagem, chegam a 30%;
- A média do rejeito do peneiramento é em torno de 4,62%.

Os dados relativos ao percentual de matéria orgânica presente nos RSUD indicam que há um potencial significativo para compostagem.

O setor que atualmente faz a gestão de resíduos em Porto Alegre, dividiu o município em 7 áreas de coleta e estas, em 128 setores de coleta. Cada caminhão percorre um setor e, uma vez que atinja a carga máxima, dirige-se à única estação de transbordo existente, denominada “B” e faz a descarga dos resíduos coletados. Após a descarga, o caminhão retorna ao setor e continua a coleta, fazendo quantas viagens forem necessárias.

O local que foi proposto para a instalação da estação de Transbordo “A” era inicialmente um lixão – “Lixão da Sertório” – que começou a ser recuperado em 1990. Não foram executadas obras de impermeabilização de base no aterro, pois o mesmo se constituía em uma área impactada pela disposição indiscriminada de todos os tipos de resíduos, e seria impossível remover todo o volume existente para execução da impermeabilização. Foram executadas apenas obras de remediação.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As estações de transferência são unidades que devem estar instaladas próximas ao centro de massa de geração dos resíduos para, entre outros motivos, minimizar o custo do transporte. Neste item será explicada a forma de determinação do centro de massa do município de Porto Alegre.

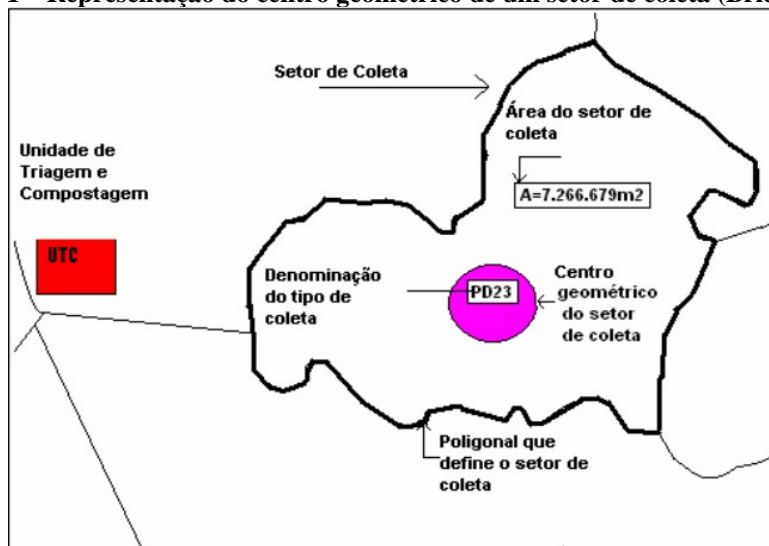
DETERMINAÇÃO DO CENTRO DE MASSA

Para a determinação do centro de massa de geração dos RSU em Porto Alegre, Bridi (2008) inicialmente determinou o centro geométrico de cada setor de coleta. Os referidos centros foram demarcados no mapa digital do município através de um círculo colorido, onde cada tipo de coleta corresponde a uma cor distinta.



No interior do círculo está a nomenclatura que caracteriza o tipo de coleta e o setor correspondente, conforme ilustra a Figura 1. Nesta, PD23 significa que a coleta é feita nos dias Pares (segundas, quartas e sextas), em período Diurno, com 23 sendo designativo do setor.

Figura 1 – Representação do centro geométrico de um setor de coleta (Bridi, 2008).



Através da localização do centro geométrico de todos os setores de coleta do município, Bridi (2008) calculou as distâncias percorridas por viagem pelos caminhões de coleta entre cada setor e a estação de transbordo “B”.

Após a determinação dos centros geométricos dos setores de coleta, Bridi (2008) admitiu o centro de massa de cada setor de coleta ser coincidente com o centro geométrico. Foi então arbitrado no mapa digital um ponto “O”, que é o ponto de origem das coordenadas “X” e “Y”, localizado no canto inferior esquerdo do mapa conforme a Figura 2. As coordenadas do centro geométrico de cada setor de coleta, marcado no mapa digital, foram transferidas para uma planilha de dados. Em outras duas colunas desta planilha foram relacionados os setores de coleta com a respectiva massa de RSU.

Para determinar o centro de massa geral, que considera a área total do município, multiplica-se a coordenada “X” pela massa de resíduos gerada pelo setor correspondente, o mesmo ocorrendo para as coordenadas “Y”. O próximo passo é fazer o somatório do produto de todas as coordenadas “X” e “Y” pela massa de resíduos, e dividir pelo somatório da massa de resíduos, conforme modelo apresentado esquematicamente na Tabela 1 (Bridi, 2008).

Figura 2. – Locação no mapa digital dos centros de massa dos setores de coleta (Bridi, 2008).

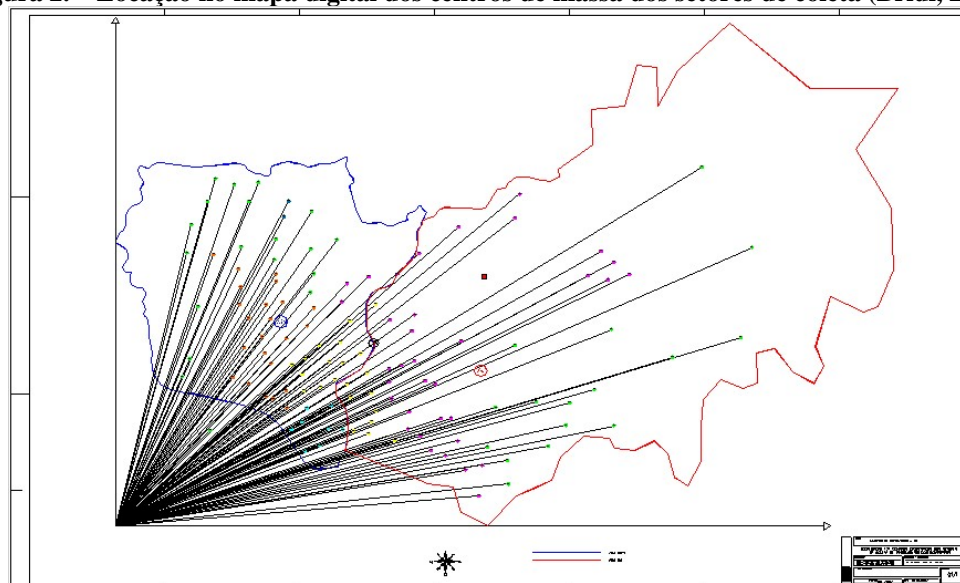




Tabela 1 – Cálculo do centro de massa geral (Bridi, 2008).

Setores de	Massa de	Coordenadas		Massa * X	Massa * Y
Coleta	Resíduos (kg/mês)	X	Y		
DD 01	288.010	7.620	15.367	2.194.636.200	4.425.849.670
DD 02	261.030	7.839	16.136	2.046.214.170	4.211.980.080

Com os dados obtidos a partir desta planilha, determinou-se que o centro de massa geral do município está localizado, segundo as coordenadas (X,Y) arbitradas, no ponto (X =11.694, Y = 8.930). Este ponto está situado na Av. Ipiranga, na altura do nº 6.000. A distância média entre o centro de massa do município e a estação de transbordo da Lomba do Pinheiro, que atualmente é o único transbordo, é de 11,6 km.

A proposta de inserção de uma nova estação de transbordo “A” promoverá uma mudança na divisão das áreas de coleta de RSU do município de Porto Alegre. A posição do centro de massa do município, por estar localizada na Avenida Ipiranga, levou a propor a divisão do município em duas grandes áreas conforme a Figura 3.

- Região A – setores localizados ao **norte** da Av. Ipiranga;
- Região B – setores localizados ao **sul** da Av. Ipiranga.

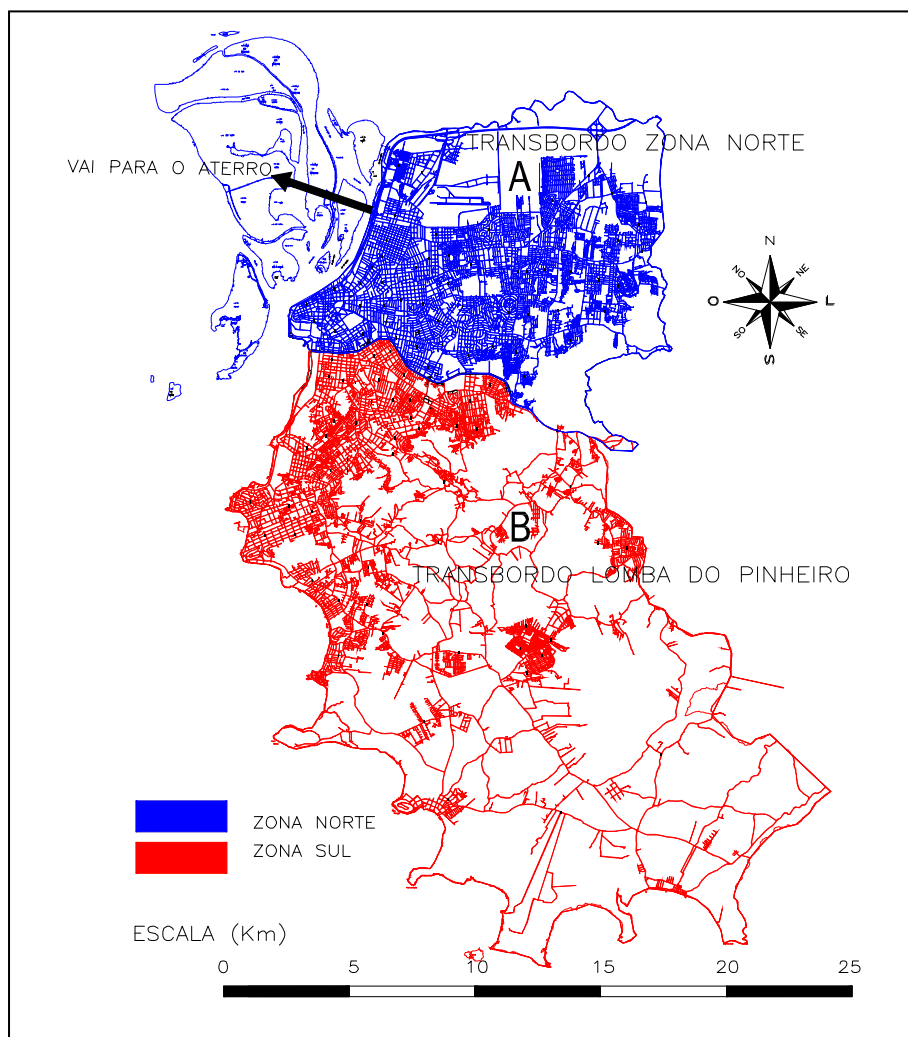
Esta divisão acarretará alterações na destinação dos resíduos coletados. Os setores que compreendem a Região A, destinarão os seus RSU para a nova estação de transferência “A” e os setores que compõem a Região B, destinarão seus RSU para a estação de transferência já existente “B”. Em ambos os casos o destino final continuará sendo o aterro sanitário da Central de Resíduos do Recreio (CRR) em Minas do Leão/RS.

O resultado da soma das distâncias percorridas pelos caminhões entre os setores de coleta das áreas A e B e as respectivas estações de transbordo é igual a 59.515,16 km/mês (26.759,00 km/mês + 32.756,16 km/mês). Esta distância é menor que os 83.912,62 km percorridos atualmente até o único transbordo existente. São 24.397,46 km/mês a menos, o que corresponde a uma redução média de 29,07% em quilometragem mensal percorrida pelos caminhões, entre os centros de massa dos setores e os transbordos.

A nova estação de transbordo “A” apresenta uma vantagem com relação à distância à CRR: o trajeto possui 92 km; entre a estação de transbordo “B” e a CRR são percorridos 113 km. Entre a estação de transbordo proposta “A” e a CRR existem 21 km (18,6%) a menos a serem percorridos pelos caminhões de transbordo.



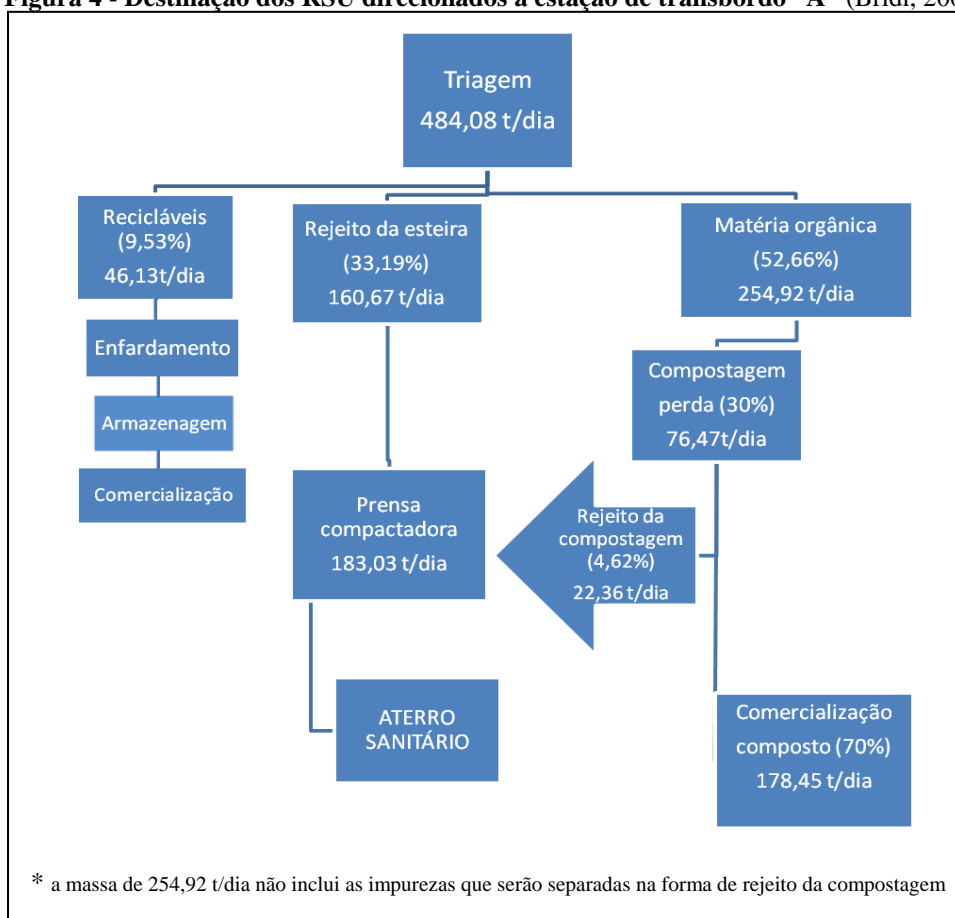
Figura 3: Áreas de coleta de resíduos sólidos contribuintes para as estações de transbordo A e B (Bridi, 2008).



DESTINAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS – TRANSBORDO “A”

Conforme a proposta do trabalho, a nova estação de transbordo “A” receberá a contribuição dos setores que compreendem a área “A” e que corresponde a 12.156,07 t/mês de RSU. Este valor, dividido pelos 26 dias úteis do mês de julho, que foi o mês escolhido, resultou na contribuição média de 467,54 t/dia. Como o início de plano está previsto para o ano de 2009, o valor corrigido previsto para esta contribuição corresponde a 484,08 t/dia. A contribuição e o destino dos resíduos que chegam na estação de transbordo “A” estão ilustrados na Figura 4.

Figura 4 - Destinação dos RSU direcionados a estação de transbordo “A” (Bridi, 2008).



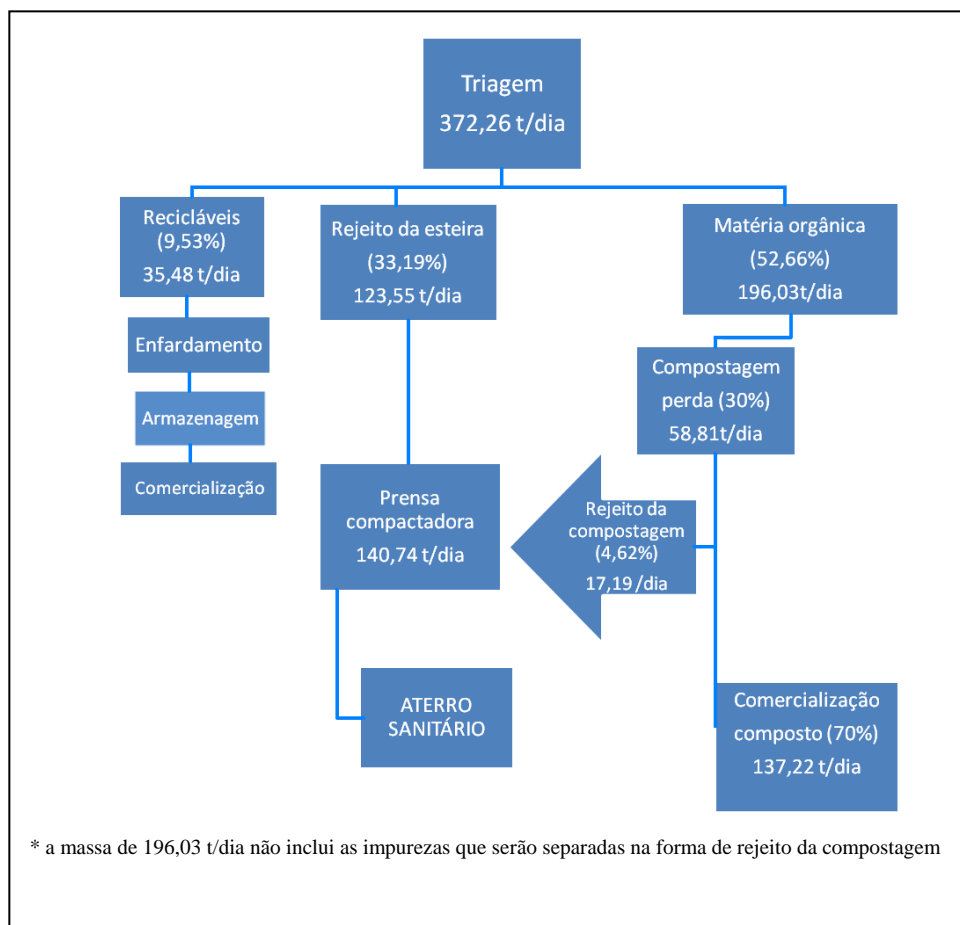
DESTINAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS – TRANSBORDO “B”

Para a estação de transbordo existente “B” foi prevista a contribuição dos setores de coleta que correspondem à área “B”, que corresponde a 9.348,14 t/mês de RSUD. Esta, dividida pelos 26 dias úteis do mês de julho, resulta em uma contribuição média de 359,54 t/dia. Como o início do plano está previsto para o ano de 2009, o valor corrigido previsto para esta contribuição corresponde a 372,26 t/dia. O destino dos resíduos que chegam à estação de transbordo “B” está ilustrado na Figura 5.

Das 372,26 t/dia que chegarão à estação de transbordo “B”, apenas o rejeito da esteira e da compostagem (140,74 t/mês) serão destinados ao aterro sanitário. A comercialização do composto será de 137,22 t/dia.



Figura 5 - Destinação dos RSU direcionados a estação de transbordo “B” (Bridi, 2008).



CONCLUSÕES E SUGESTÕES

A segunda estação de transbordo (A), proposta para a Zona Norte de Porto Alegre, resulta em uma redução significativa na quilometragem mensal percorrida pelos caminhões de coleta. Esta redução (29,07%) é devida às menores distâncias entre os centros dos setores de coleta e as respectivas estações de transbordo.

Atualmente a estação de transbordo “B” tem capacidade de compostar no máximo 100 t/dia, em caso de que as linhas de triagem viessem a operar de forma contínua, tendo como fator limitante os dimensionais do pátio de compostagem. Pela proposta deste trabalho, este valor pode chegar a 282,07 t/dia no final do plano. Para evitar a ampliação do atual pátio de compostagem, sugere-se uma gradual transição do processo de compostagem natural para o processo de compostagem acelerada (ou compostagem aerada) ou ainda a utilização de túneis de aeração forçada, medidas estas que poderiam mais do que dobrar produção limite do pátio, atualmente de 100 t/dia.

Embora o investimento inicial de aquisição de equipamentos e infra-estrutura para instalação da estação de transbordo “A” e ampliação da atual estação de transbordo “B” seja alto, este custo possivelmente teria retorno ao longo dos anos com a economia gerada no transporte associado à coleta (menor distância) e no transporte ao aterro sanitário (menor tonelagem, ligeira redução na distância e menos pedágios). O período de retorno estimado para esta proposta, considerando os valores financeiros que foram apresentados neste trabalho, não foram estimados. Para tanto seria necessário obter, entre outros dados, os valores referentes às taxas de coleta anual recolhidas pela prefeitura.



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BARELLA, V. Análise da eficiência do processo de coleta domiciliar de resíduos sólidos no município de Porto Alegre, Trabalho de Conclusão de Curso de Administração – Escola de Administração – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, RS - 2003.
2. BIDONE, F.R.A.; POVINELLI, J. Conceitos Básicos de Resíduos Sólidos. São Carlos, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 1999.
3. BRIDI, E. Resíduos Sólidos Urbanos - Uma proposta para otimização dos serviços de coleta e disposição final. In: Dissertação de Mestrado – Porto Alegre – Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil.
4. DMLU, Comunicação pessoal sobre a Situação atual do gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos em Porto Alegre, 2008.
5. IBGE, Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Inventário Estadual de Resíduos Sólidos Domiciliares, (2001). São Paulo: disponível em <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em 15 abr, 2008
6. MAPALINK, Site utilizado para calcular a distância entre a estação de transbordo e o centro de massa dos setores de coleta. Disponível em: <http://mapalink.uol.com.br/endereco.asp>. Acesso em 21 mar, 2008
7. REIS, M.F.P; Avaliação do processo de compostagem de resíduos sólidos urbanos. In: Tese de Doutorado – Porto Alegre – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, IPH – Programa de Pós graduação em recursos hídricos e saneamento ambiental, 2005.